

# **LLUVIAS IN SITU EN LA COMUNIDAD VALENCIANA. RELACIÓN ENTRE INDICADORES PLUVIOMÉTRICOS, LLAMADAS AL CENTRO DE COORDINACIÓN DE EMERGENCIAS (112) Y RELACIÓN DE DAÑOS, DURANTE EL EPISODIO DE 26-30 DE NOVIEMBRE DE 2016**

Ana M. CAMARASA-BELMONTE<sup>1</sup>, M. Paz CABALLERO LÓPEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geografía. Universidad de Valencia*

**ana.camarasa@uv.es, macalo5@alumni.uv.es**

## **RESUMEN**

En la Comunidad Valenciana, durante los episodios de lluvias extremas, se producen un gran número de llamadas al Centro de Coordinación de Emergencias (112), comunicando incidentes que van ocurriendo conforme el evento comienza a tener consecuencias. Los primeros casos suelen deberse al efecto de las *lluvias in situ*, en relación con grandes intensidades de lluvia que dan lugar a cortes de suministros, problemas de tráfico, anegamiento de bajos, superación de la red de evacuación de pluviales, etc. A medida que pasa el tiempo y las cuencas fluviales responden, los efectos se amplían, incluyendo desbordamientos fluviales, roturas de canales e inundaciones más extensas.

El presente trabajo analiza, a diferentes intervalos temporales, la relación entre las llamadas al Centro de Coordinación de Emergencias (112) de la Comunidad Valenciana y los principales indicadores pluviométricos de precipitación acumulada e intensidad, durante el episodio de lluvias del 26 al 30 de noviembre de 2016. Así mismo se han contrastado con los daños ocasionados al finalizar el evento.

**Palabras clave:** lluvias in situ, emergencias, episodios, daños, llamadas.

## **ABSTRACT**

In the Valencian Community, during the episodes of extreme rains, a large number of calls are made to the Emergency Coordination Center (112), reporting incidents that occur as the event begins to have consequences. The first cases are usually due to the effect of on-site rains, in relation to large rainfall intensities that lead to supply cuts, traffic problems, flooding of ground floors, overcoming the rainwater evacuation network, etc. As time passes and the river basins respond, the effects expand, including river overbank flows, channel crevasse splays and more extensive flooding.

The present work analyzes, at different time intervals, the relationship between the calls to the Emergency Coordination Center (112) of the Valencian Community and the main pluviometric indicators of accumulated precipitation and intensity, during the event from November 26 to 30 of 2016. Likewise they have been contrasted with the damages caused at the end of the event.

**Key words:** on-site rains, emergencies, episodes, damage, calls.

## 1. INTRODUCCIÓN

En un episodio de inundación, tanto la generación de la crecida como la gestión del riesgo, pueden entenderse como una cuestión de tiempos o fases. Desde el momento que comienza a llover hasta que la cuenca fluvial responde (primero con generación de escorrentía, luego con crecida y finalmente con inundación) pasa un tiempo, en función de las características de la precipitación y de la cuenca de drenaje. Si bien en ambientes húmedos este tiempo está muy relacionado con el flujo de base y la humedad antecedente; en ambientes semiáridos depende básicamente de la duración e intensidad de la lluvia (Braken et al., 2008; Yair and Raz-Yassif, 2004; Amengual et al., 2007; Dunkerley, 2012; Bracken et al., 2013).

También la gestión del riesgo por parte de las autoridades públicas sigue unas fases, desde una etapa pre-evento (que engloba todas las tareas de estudios previos, así como la predicción del fenómeno y la alerta meteorológica); una etapa de operativa en tiempo real durante el evento (que se ocupa básicamente de gestionar la emergencia); y una etapa post-evento en la que se intentan paliar o damnificar las pérdidas restituyendo, en la medida de lo posible, el entorno socioeconómico previo al suceso (Sven et al., 2012; Smith, 2013). Tras esto, y dependiendo de la trascendencia del fenómeno, se puede desencadenar un proceso de *feed-back* por incremento de conocimiento, que ayudará a aumentar la resiliencia, mediante una mayor adaptación al riesgo (Plate, 2002).

En la distribución de *tiempos* resulta fundamental la fase de gestión de las emergencias, que la población impulsa llamando al 112. Estas llamadas ofrecen un panorama muy representativo de dónde y cuándo se está produciendo una incidencia y qué tipo de incidencia es. La mayor parte de los casos no derivan de procesos de inundación fluvial (de hecho se producen en fases bastante tempranas del suceso), sino que están relacionados con disrupciones funcionales de la vida normal y de la actividad económica, producidas por las *lluvias in situ*.

En el contexto de riesgo por inundación, la denominación de *lluvia in situ* hace referencia a precipitaciones torrenciales que generan problemas por sí mismas, sin llegar a “ser procesadas” por el sistema fluvial, debido a que son excepcionalmente intensas y/o persistentes. La caracterización pluviométrica de estas lluvias puede analizarse a partir de la red SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica), que registra datos de intensidad de lluvia cada cinco minutos.

El presente trabajo constituye una primera aproximación al estudio de las consecuencias producidas por las *lluvias in situ* en la Comunidad Valenciana, durante el episodio del 26 al 30 de noviembre de 2016. Para ello se relacionan indicadores pluviométricos generales, estimados a partir de las redes del SAIH-Júcar y SAIH-Segura, con las llamadas al Centro de Coordinación de Emergencias, durante el suceso, y con los daños declarados a posteriori. Desde el punto de vista temporal, se analiza la evolución horaria de la tormenta (en base a indicadores pluviométricos de intensidad máxima puntual y medias areales de los totales acumulados), en relación con las llamadas al 112 (en su totalidad y por tipo de incidencia). Se determinan tres fases importantes en el evento y se cartografía la situación pluviométrica y de incidencias que presenta cada una de ellas. Por último, la comparación con los daños registrados permite evaluar la cuantía de los



desperfectos, en un orden de magnitud de mayor realismo, más allá de la inmediatez de la emergencia (Piatyszek y Karagiannis, 2012).

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Zona de estudio y datos

El área de estudio es la Comunidad Valenciana. Situada en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica, es la comunidad que mayores pérdidas por inundación registra (Consorcio de Compensación de Seguros, 2016). A ello contribuyen factores físicos y humanos. Por una parte presenta un clima propenso a producir intensos episodios, con precipitaciones acumuladas de hasta 800 mm en un día (Gil Olcina, 1989) e intensidades puntuales por encima de los 300 mm/h (Camarasa-Belmonte y Soriano, 2015). Por otra parte el territorio está estructurado a partir de relieves alpinos relativamente cercanos a la costa, que potencian la formación de lluvias extremas<sup>1</sup> (Millán et al., 1995; Estrela et al., 2016). Desde el punto de vista humano, el territorio valenciano, en particular la franja costera, concentra una gran actividad económica y residencial, en constante crecimiento (Salom y Albertos, 2006).

En cuanto a los datos utilizados en este trabajo, están referidos al episodio ocurrido entre el 26 y el 30 de noviembre de 2016 y son de tres tipos: (1) indicadores cuantitativos de pluviometría elaborados a partir de los datos de los SAIHs del Júcar y del Segura; (2) información sobre las llamadas recibidas en la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuestas a las Emergencias (AVSRE) a través del teléfono 112 y (3) daños producidos en el episodio (proporcionados por los servicios de Protección Civil de la AVSRE y de la Delegación de Gobierno).

Los indicadores pluviométricos (Camarasa-Belmonte y Butrón, 2015) han sido elaborados a partir de los datos de lluvia cincominutal registrados por los SAIHs en 116 pluviómetros del SAIH-Júcar y 12 del SAIH-Segura:

- Precipitación acumulada (mm)
- Intensidad máxima puntual cincominutal (mm/h).
- Intensidad media de las máximas (mm/h).
- Índice de persistencia cincominutal<sup>1</sup>: probabilidad de que llueva en dos intervalos de observación consecutivos (Martín Vide, 1992). Los valores varían entre 0 (nada persistente) y 1 (máxima persistencia).

Las llamadas al 112 del AVSRE han sido geolocalizadas y tipificadas en categorías:

- Incidencias en carretera
- Incidencias en vehículos
- Incidencias en viviendas
- Incidencias en el suministro de servicios básicos
- Incidencias en la red ferroviaria
- Incidencias por salvamento
- Incidencias por desbordamiento

---

<sup>1</sup>  $P_{11} = N_{11} / (N_{11} + N_{10})$  donde  $N_{11}$  son los intervalos con precipitación después de intervalo con precipitación y  $N_{10}$  son los intervalos de no precipitación después de intervalo con precipitación.

En cuanto a los daños producidos por la inundación han sido categorizados según las directrices de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

## **2.2. Análisis espacial de las incidencias en relación con los indicadores pluviométricos globales del episodio**

Los indicadores pluviométricos de la tormenta fueron estimados para cada punto de registro. Posteriormente se interpolaron espacialmente, mediante el método del inverso de la distancia al cuadrado, obteniéndose así un mapa por indicador. Así mismo se realizó una triangulación por polígonos de Thiessen, con objeto de detectar las áreas de influencia de cada pluviómetro e identificar aquellas zonas que, habiendo registrado lluvia, no presentaban ninguna llamada.

Para cada municipio se obtuvo el valor máximo de intensidad puntual y los valores medios de precipitación acumulada, persistencia e intensidad media de las máximas. Estos valores, sintetizados por magnitudes, se pusieron en relación con las llamadas al 112, por tipo de incidencia. El estudio cartográfico se llevó a cabo con el software ARC-GIS v.10-4.

## **2.3. Seguimiento horario de las llamadas al 112 en relación con los indicadores de lluvia acumulada e intensidad máxima puntual**

El estudio temporal se llevó a cabo mediante la relación horaria entre las llamadas al 112, la media areal de la precipitación y la máxima intensidad puntual.

Se detectó el momento álgido, que concentraba los valores más altos de los indicadores pluviométricos y el mayor número de llamadas, y se establecieron tres fases de análisis: antes, durante y después de dicho período. Posteriormente se procedió al estudio y cartografía de estas en relación con la naturaleza de las incidencias.

## **2.3. Comparación entre llamadas por incidencias y daños registrados**

Finalmente se cuantifican los daños declarados al finalizar el suceso y se ponen en relación con las llamadas sobre incidencias registradas durante el evento.

## **3. RESULTADOS**

El episodio de noviembre de 2016 presenta un carácter generalizado y afecta prácticamente a toda la Comunidad Valenciana, si bien se localiza en el centro-norte (Valencia y Castellón) y en la franja litoral, penetrando hacia el interior por el valle del Turia. Los mayores acumulados de lluvia se registran en el Embalse de Buseo (227 mm), seguido de la ciudad de Valencia (185,8 mm) y de Puzol (176,8 mm). Los mínimos los encontramos en las zonas de interior y en la provincia de Alicante.

Las mayores intensidades se concentran en la costa, si bien no son excesivamente altas (Camarasa-Belmonte y Soriano, 2015). Los máximos puntuales se registran en el Área Metropolitana de Valencia: 134,4 mm/h en el Azud de Aguas Potables; 110,4 mm/h en Puzol y 105,6 mm/h en Valencia.

En cuanto a la persistencia, curiosamente presenta los valores más importantes en el sur de Alicante (0,84 en Formentera del Segura y 0,83 en Guardamar del Segura), seguido del valle del Turia y la zona litoral en sus primeras alineaciones montañosas.

### 3.1. Distribución espacial de las incidencias en relación con los indicadores pluviométricos globales

Durante el episodio, se produjeron un total de 1.250 llamadas al 112, la mayor parte de ellas relacionadas con el tráfico rodado (545 por carreteras y 251 por vehículos); seguido de problemas en viviendas (361); salvamentos (41); suministros (37); disfunción ferroviaria (9); otros (5) y únicamente 1 desbordamiento, en Manises.

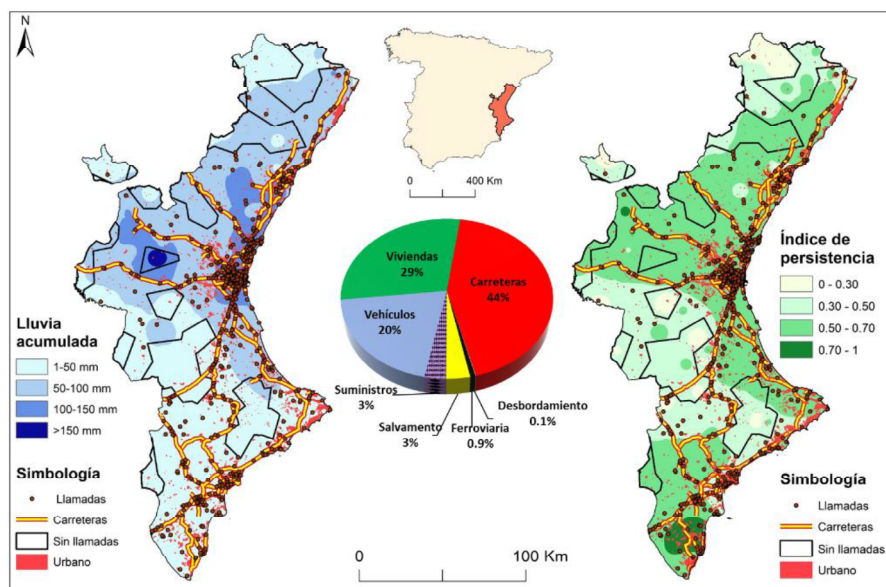


Fig. 1. Localización de las llamadas al 112 (AVSRE) sobre los indicadores de precipitación acumulada y de persistencia del episodio.

La figura 1 pone de manifiesto como el mayor número de incidencias proviene de los núcleos urbanos, en particular de la ciudad de Valencia, y de la red de carreteras. En ella observamos también, grandes áreas cerradas (delimitadas por los polígonos de Thiessen), que marcan zonas de influencia de pluviómetros que han registrado lluvia, pero donde no se ha registrado ninguna llamada. Se trata de áreas despobladas y montañosas del interior, donde la vulnerabilidad a las lluvias *in situ* es poco importante.

De hecho, las correlaciones entre las llamadas por municipio y los indicadores de lluvia presentan coeficientes muy bajos. Sin embargo, las incidencias aparecen altamente relacionadas con el número de habitantes de un municipio ( $r^2=0,79$ ), lo que enfatiza la importancia de la exposición humana en este tipo de emergencias.

La tabla 1 resume la comparación entre la magnitud de los indicadores de lluvia y el tipo de llamadas por municipio. El mayor número de incidencias está relacionado con problemas en la circulación, ya que atañe a carreteras y a vehículos. De hecho este tipo de incidencia está presente en todos los rangos de magnitud, si bien resulta dominante en los más bajos (lluvia acumulada por debajo de los 100 mm,

persistencia inferior a 0,5; intensidad máxima puntual de hasta 50 mm/h y media de las intensidades máximas también de hasta 50 mm/h). A medida que se incrementa la magnitud de los indicadores va variando el patrón de las incidencias y comienzan a ser dominantes los problemas en las viviendas (con precipitaciones acumuladas entre 100-150 mm; persistencia por encima de 0,5; máximas puntuales por encima de los 100 mm/h y media de las máximas entre 50 y 75 mm/h). En estos rangos también son importantes las incidencias relacionadas con salvamentos, suministros y problemas ferroviarios.

Curiosamente, en los municipios en que los indicadores pluviométricos muestran las magnitudes más altas (acumulados de lluvia por encima de los 150 mm, con intensidades superiores a los 100 mm/h y persistencia de más de 0,7) las incidencias vuelven a focalizarse en carreteras y vehículos. Esto pone de manifiesto, una vez más, que las emergencias que desencadena la *lluvia in situ*, es una cuestión que va más allá de la magnitud de la lluvia y está muy relacionada con los usos del suelo, la exposición y la vulnerabilidad de la población. De ahí que la mayoría de las incidencias afecten al tejido urbano y a las redes viarias.

Ind. pluviométricos		Incidencias (llamadas)								
Indicador	Magnitud	Totales	Carreter.	Desbord.	Ferrovi.	Salvam.	Suministros	Vehículos	viviend.	Otros
Lluvia acumulada (mm)	1-50	227	134	0	2	2	4	79	7	0
	50-100	172	106	0	1	4	5	38	16	3
	100-150	803	287	1	6	32	26	127	322	2
	> 150	41	17	0	0	3	2	6	13	0
Media de intensidades máximas (mm/h)	1-20	76	51	0	1	0	1	22	1	0
	20-50	289	168	0	0	4	7	87	20	3
	50-100	246	99	0	4	12	4	69	59	2
	>100	632	226	1	4	25	25	72	278	0
Media de intensidades máximas (mm/h)	1-25	195	122	0	1	2	2	61	7	0
	25-50	217	120	0	0	4	6	63	21	3
	50-75	739	263	0	4	31	27	109	304	2
	75-100	92	39	1	4	4	2	17	26	0
Persistencia (0-1)	0-0.25	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	0.25-0.50	143	89	0	1	1	4	44	4	0
	0.50-0.75	1094	453	1	8	40	33	202	354	5
	0.75-1	5	2	0	0	0	0	3	0	0

Tabla 1: Relación entre las magnitudes de indicadores pluviométricos y el tipo de llamadas

### 3.2. Evolución temporal de las incidencias en relación con los indicadores de lluvia acumulada en una hora e intensidad máxima puntual

La evolución temporal se estudió mediante un análisis de correlación horaria entre las llamadas y la lluvia acumulada media areal, por un lado, y la intensidad máxima puntual, por otro. En general el coeficiente de correlación  $r^2$  es bajo, no obstante, es mayor en el caso de la lluvia media acumulada,  $r^2=0,5$  (sobre todo en relación con las incidencias en viviendas,  $r^2=0,68$ ), que en el caso de la intensidad máxima puntual ( $r^2=0,1$ ).

La figura 2 muestra la evolución horaria de la precipitación acumulada en relación con la ocurrencia de incidencias según categoría. Se puede apreciar como ambas variables siguen trazados similares, pudiéndose distinguir tres periodos:

a) Un primer período, desde el inicio del episodio hasta la hora 39: el valor de los indicadores pluviométricos no es muy alto (máximo de lluvia acumulada de 0, 85

mm e intensidad máxima puntual de 110 mm/h). El número total de llamadas es de 192, por incidencias en carreteras (62%) y vehículos (30%).

b) Un segundo período, entre la hora 40 y la 54, que designaríamos como el momento álgido del episodio: se dan los mayores acumulados de lluvia areal en una hora (2,79 mm) y la intensidad puntual más alta (134,4 mm/h). También se registra el mayor número de llamadas, 691. Siguen los problemas en carreteras (31%) y vehículos (17%), pero predominan las incidencias en las viviendas (44%) y aumentan los cortes de suministros y la necesidad de salvamentos. Cabe destacar que se produce un desbordamiento en Manises, lo que indica el inicio de una respuesta fluvial que puede estar superponiendo los problemas de *lluvia in situ* con los de desbordamiento fluvial.

c) El período final se produce entre la hora 55 y la 110. Aquí el valor de los indicadores pluviométricos desciende de nuevo, registrando máximas acumuladas en una hora de 0,7 mm e intensidades puntuales de 67,2 mm/h. Se producen 367 llamadas que vuelven a ser mayoritariamente por incidencias en carretera (57%) y vehículos (21%) y, en menor medida, en viviendas (14%).

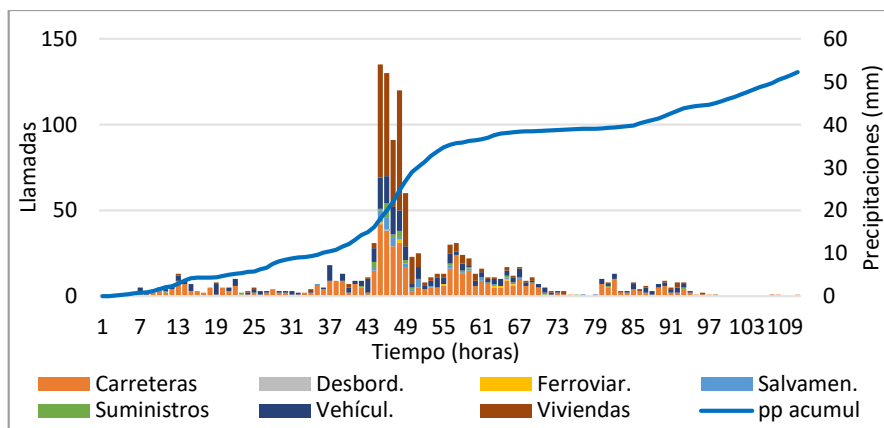


Fig.2. Evolución horaria de la precipitación media areal en relación con las llamadas al 112 (AVSRE)

Con objeto de analizar el efecto del paso del tiempo en la evolución de las variables, la figura 3 muestra la relación entre la lluvia y las llamadas acumuladas desde el inicio de la tormenta. Lo primero que se pone de manifiesto es el alto coeficiente de correlación,  $r^2 = 0,98$ . El gráfico permite discernir, además, dos puntos de inflexión que marcan los cambios entre los tres períodos del evento antes mencionados y sus umbrales: al final del primer período se han acumulado, en 39 horas, 12,18 mm y 192 llamadas; mientras que al final del período álgido se han acumulado, en 54 horas, 34,3 mm y 883 llamadas.

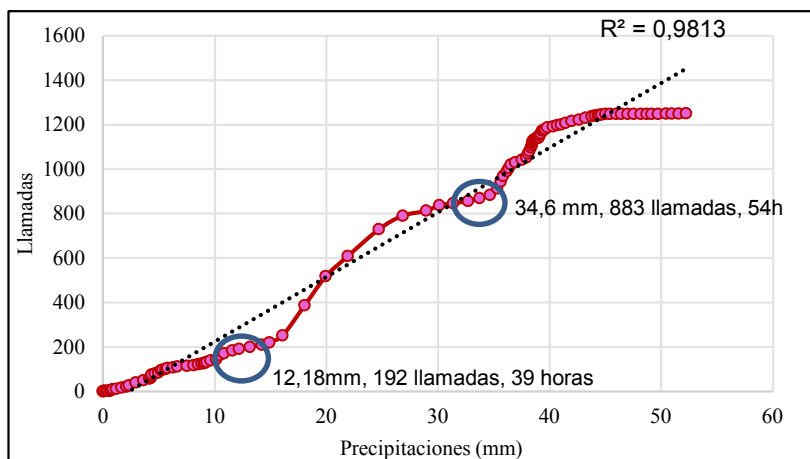


Fig.3. Relación horaria entre la lluvia acumulada y el número total de llamadas al 112 (AVSRE)

La expresión espacial de estos tres períodos aparece representada en la figura 4. En ella podemos apreciar la gran afección del área metropolitana de Valencia (por la focalización de la tormenta en una zona con gran número de población urbana expuesta) y del tráfico rodado (en relación a principales carreteras y vehículos afectados). Llama la atención el alto número de incidencias del sur de Alicante, donde ni las precipitaciones acumuladas ni las intensidades son muy importantes. En esta área las emergencias podrían estar más relacionadas con la persistencia de la lluvia (figura 1) y con una estructura urbana y de transportes muy vulnerable a las lluvias *in situ*.

### 3.3. Daños producidos durante el episodio

Según el informe del Consorcio de Compensación de Seguros, este episodio de lluvias ocasionó en la Comunidad Valenciana la tramitación de 1.517 expedientes de siniestralidad por inundaciones, con un coste de 6,11 millones de euros. Se trata de daños personales (9 personas recatadas de vehículos, 21 de ascensores, 6 heridos por accidente de tráfico, etc.) y materiales, que afectaron sobre todo al Área Metropolitana de Valencia (achiques e inundaciones en viviendas y garajes, 6 colegios públicos temporalmente cerrados por inundaciones en las aulas, un centro comercial y dos hospitales con problemas de achiques, cortes en suministros eléctricos, viales y accesos subterráneos, etc.). Los bomberos atendieron 66 inundaciones y 12 incendios causados por rayos. Se contabilizaron 150 incidentes por caídas de ramas de árboles y 250 por daños fortuitos por lluvia.

Si comparamos estos datos con las llamadas al 112 observamos que mientras que se produjeron un total de 1.250 llamadas desde 198 términos municipales, sólo se registran daños en 18 de ellos. Ello es debido a que la mayor parte de incidencias, 544, tienen que ver con el tráfico rodado (carreteras y vehículos). En cambio, prácticamente la mitad de las llamadas totales, que incluyen problemas en viviendas y viales urbanos, se realizaron desde la ciudad de Valencia y su área metropolitana,

coincidiendo con los municipios que presentan daños e intervenciones de los bomberos y Policía Local.

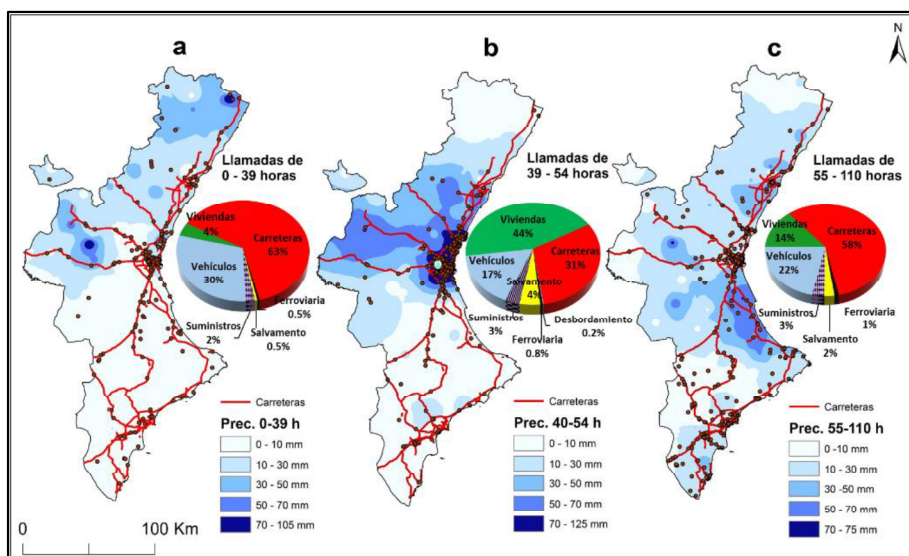


Fig. 4. Cartografía de los tres periodos de la tormenta: a) anterior a la fase álgida (0-39 h); b) durante la fase álgida (40-54 h) y c) fase posterior (55-110 h)

#### 4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Durante el evento de lluvias intensas ocurrido entre el 26 y el 30 de noviembre de 2016 en la Comunidad Valenciana, se pone de manifiesto la importancia de las lluvias *in situ*, para la gestión de emergencias. El mayor número de llamadas al 112 (AVSRE) proviene de los núcleos urbanos (en concreto del Área Metropolitana de Valencia) y de la red viaria (problemas en las carreteras y vehículos). Únicamente una llamada al 112 obedece a desbordamiento fluvial y no se produce hasta la hora 45, cuando ya se han registrado 387 incidencias, la mayor parte en carreteras (191), vehículos (96) y viviendas (78). En efecto, mientras que el sistema fluvial necesita un tiempo para responder por desbordamiento o rotura de márgenes, las lluvias *in situ* están provocando disfunciones en el desarrollo normal de la actividad ciudadana.

Por ello, si bien existe cierta correlación entre las llamadas al 112 y los indicadores pluviométricos globales, la ocurrencia de incidencias es muy dependiente de la cantidad de población ( $r^2=0.9$ ) de los municipios. De hecho existen áreas muy extensas donde, habiéndose registrado lluvia, no se han producido incidencias. Se trata de zonas despobladas y montañosas del interior, muy poco vulnerables a las lluvias *in situ*.

Sin embargo, si comparamos el modo en que evolucionan en el tiempo (por horas), las acumuladas de las precipitaciones medias y del número de incidencias, sí que encontramos un coeficiente de correlación elevado ( $r^2=0.98$ ). Ello demuestra que,

aunque no existe un patrón espacial que relaciona los lugares donde más llueve con los que tienen más llamadas, sí que hay una evolución temporal similar. Las zonas que sí presentan incidencias incrementan el número de llamadas conforme aumenta el valor de los indicadores pluviométricos.

Además existe un cambio en el patrón de las incidencias según avanza la tormenta. En la primera fase (antes del momento álgido), asociado a valores bajos de los indicadores pluviométricos, predominan las llamadas por problemas en carreteras y vehículos. En el momento álgido (con valores pluviométricos altos) predominan las incidencias en viviendas y cobran importancia los cortes en suministros y los salvamentos. Luego la tormenta entra en una fase menos intensa y disminuyen las llamadas.

En síntesis, la mayor parte de las emergencias están relacionadas con problemas por lluvia y sólo se registra una incidencia por desbordamiento fluvial, lo cual pone de manifiesto la importancia de las lluvias *in situ* a la hora de crear disfunciones en la actividad socioeconómica normal de una comunidad.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Convenio de Colaboración para el Estudio del Riesgo de Inundaciones entre la Universidad de Valencia y la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias, financiado por la Generalidad Valenciana. Las autoras desean mostrar su agradecimiento a los servicios de Protección Civil de la Delegación de Gobierno y al Centro de Coordinación de Emergencias de la Generalidad Valenciana. Así mismo nos gustaría dejar constancia de nuestro agradecimiento a las Confederaciones Hidrográficas del Júcar y del Segura por la cesión de los datos de sus Sistemas Automáticos de Información Hidrológica.

## REFERENCIAS

- Agencia Valenciana de Seguridad y Respuestas a las Emergencias (AVSRE). Disponible en: <http://www.presidencia.gva.es/es/web/agencia-valenciana-de-seguridad-y-respuesta-a-emergencias>
- Amengual, A., Romero, R., Gómez, M., Martín, A., Alonso, S. (2007): A hydrometeorological modeling study of a flash-flood event over Catalonia, Spain, *Journal of Hydrometeorology*, 8(3), 282-303. doi: <https://doi.org/10.1175/JHM577.1>
- Bodoque, J. M., Amérigo, M., Díez-Herrero, A., García, J. A., Cortés, B., Ballesteros-Cánovas, J. A., Olcina, J. (2016): Improvement of resilience of urban areas by integrating social perception in flash-flood risk management. *Journal of Hydrology*, 541, 665-676. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.02.005>
- Bracken, L.J.; Cox, N.J. & Shannon, J. (2008). The relationship between rainfall inputs and flood generation in south-east Spain, *Hydrological Processes*, 22, 683-696. doi: <https://doi.org/10.1002/hyp.6641>
- Bracken, L.J.; Wainwright, J.; Ali, G.A.; Tetzlaff, D.; Smith, M.W.; Reaney, S.M. & Rou, A.G. (2013): Concepts of hydrological connectivity: Research



- approaches, pathways and future agendas, *Earth-Science Reviews*, 119, 17-34. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.02.001>
- Brakenridge, G.R. (1988): River flood regimen and floodplain stratigraphy. In: V.R. Baker; R.C. Kochel and P.C. Patton (ed.) *Flood Geomorphology*, Wiley and Sons, p. 139-155.
- Camarasa-Belmonte, A. & Butron, D. (2015): Estimation of flood risk thresholds in Mediterranean áreas using rainfall indicators: case study of Valencian Region (Spain); *Natural Hazards* 78, 1243-1266, doi: 10.1007/s11069-015-1769-8
- Camarasa-Belmonte, A.M. & Soriano, J. (2015): La intensidad de lluvia en entornos mediterráneos. Valores extremos según la escala de observación; *Boletín Oficial de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 68, 279-300
- Canales y Puertos. 428 pp.
- Consorcio de Compensación de Seguros. Informe Anual 2016. Disponible en: [https://www.consorseguros.es/web/documents/10184/48069/INFORME\\_A\\_NUAL\\_2016\\_CCS.pdf/a8f2a56e-ac53-44fb-8f8a-1b9c6bc27de1](https://www.consorseguros.es/web/documents/10184/48069/INFORME_A_NUAL_2016_CCS.pdf/a8f2a56e-ac53-44fb-8f8a-1b9c6bc27de1)
- Dunkerley, D.L. (2012): Effects of rainfall intensity fluctuations on infiltration and runoff: rainfall simulation on drylands soils, Fowlers Gap, Australia, *Hydrological Processes*, 26, 2211-2224. doi: <https://doi.org/10.1002/hyp.8317>
- Estrela, M.J. & Piró, J.J.; Gómez, I. (2016): Clima y cambio climático en la Comunidad Valenciana. Mateu, J.F. (Coord.) *El Territorio Valenciano. Transformaciones ambientales y antrópicas*, 25-28.
- Gil Olcina, A. (1989): "Causas climáticas de las riadas", en: *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del mediterráneo*; Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, 15-30.
- Martín Vide, J.P. (1992): Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del mediterráneo. en: Dolz Ripollés, J.; Gómez Valentín y Martín Vide, J.P. *Inundaciones y redes de drenaje urbano*. Colegio de Ingenieros de Caminos, 428 p
- Millán, M.; Estrela, M.J. & Caselles, V. (1995): Torrencial precipitations on the Spanish east coast: The role of the Mediterranean surface temperature; *Atmospheric Research*, 36, 1-16. doi: 10.1016/0169-8095(94)00048-I
- Piatyszek, E. y Karagiannis, G. M. (2012): A model-based approach for a systematic risk analysis of local flood emergency operation plans: a first step toward a decision support system. *Natural Hazards*, 61(3), 1443-1462. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-011-0079-z>
- Plate, E.J. (2002). Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, 267, 2-11. Disponible en:
- Salom, J. & Albertos, J.M. (2006): Industria y ciudad. El Área Metropolitana de Valencia. *Industria y ciudad en España: nuevas realidades, nuevos retos*. En: Méndez, R. y Pascual, H. (Eds.). Thomson-Civitas, Estudios y monografías de economía, 273-306
- Smith, K. (2013). *Environmental Hazards. Assessing risk and reducing disaster*. Routledge, London, U.K, 465 p.

- Sven, F. Birkmann, J. & Glade, T. (2012). Vulnerability assessment in natural hazard and risk analysis: current approaches and future challenges. *Natural Hazards*, 64 (3), 1969-1975. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0352-9>
- Vinet, F., Lombroso, D., Defossez, S. y Boissier, L. (2012): A comparative analysis of the loss of life during two recent floods in France: the sea surge caused by the storm Xynthia and the flash flood in Var; *Natural Hazards*, 61(3), 1179-1201. doi:<https://doi.org/10.1007/s11069-011-9975-5>
- Yair, A. & Raz-Yassif, N. (2004): Hydrological processes in a small arid catchment: scale effects of rainfall and slope length; *Geomorphology*, 61, 155-169. doi: 10.1016/j.geomorph.2003.12.003
- Yair, A. and Kossovsky, A. (2002): Climate and surface properties: hydrological response of small arid and semi-arid watersheds; *Geomorphology*, 42, 43-57. doi: 10.1016/S0169-555X(01)00072-1